

略论黄河中游水沙变化及水土保持减沙效益

张 胜 利

(水利部黄河水利委员会水利科学研究院·郑州市·450003)

提 要

该文评述了80年代黄河中游水沙变化情况,水沙变化原因,水土保持减沙效益,及水沙变化带来的某些影响,并对今后水沙变化应进一步深入研究的问题提出了初步意见。

关键词: 黄河中游 水沙变化 水土保持 减沙效益

A Brief Discussion on Runoff and Sediment Changes and Benefits of Reduction Sediment by Soil and Water Conservation in Middle Reaches of Yellow River

Zhang Shengli

(Hydrotechnic Research Institute under Water Conservancy Committee of the Yellow River,
Ministry of Water Resources, Zhengzhou, 450003)

Abstract

This paper has discussed the situation and the reason of runoff and sediment changes, the benefits of reduction sediment by soil and water conservation and some influences of runoff and sediment changes. The paper has also put forward a tentative views about the problem which runoff and sediment changes should be made a further thorough research in future.

Key words middle reaches of Yellow River runoff and sediment changes soil and water conservation the benefits of reducing sediment

一、80年代黄河中游水沙变化情况

以龙门、华县、河津、淤头4站所测有关数据之和代表黄河中游地区的水量、沙量。统计1919~1989年各年实测水沙资料可知,80年代是黄河中游来沙最少的10年。若以1919~1989年71年系列平均代表多年平均值并作为对比基准,80年代来沙量仅7.996亿t,较多年平均值14.8亿t减少46.0%,而相应径流量仅减少11%。如将上述4站的集水面积分为河口镇以上、河口镇至龙门区间、渭河华县以上、汾河河津以上、北洛河淤头以上5片,80年代水沙变化情况为:河口镇以上径流减少3.6%,泥沙减少28.4%;河龙区间径流减少43.6%,泥沙减少55%;华县以上径流略有增加,而泥沙却减少31%;河津以上径流减少53%,泥沙减少88.5%;淤头以上径流略有增加,而泥沙减少39.3%。尤其值得指出的是地处多沙粗沙区的河龙区间,若以下垫面条件变化不大的70年代和

80年代比较,80年代较70年代减水31.2%,减沙50.8%,这种变化是偶然性的还是趋势性的,引起了有关方面的极大关注。

但是,分析地处多沙粗沙区的主要支流表现则有很大不同。统计河龙区间集水面积大于1 000km²且水文泥沙资料观测系列较长的主要支流,包括皇甫川、孤山川、窟野河、秃尾河、佳芦河、无定河、清涧河、延河、朱家川、蔚汾河、湫水河、三川河、昕水河、屈产河等15条支流,这些支流水文站控制面积约7.5万km²,若以1970年前多年平均值作为对比基准进行系列比较,80年代15条支流合计减少径流36.7%,减少泥沙64.6%,其中有11条支流减沙大于60%,8条支流减沙大于70%。然而,有的支流,如皇甫川、窟野河等减沙不够明显,其原因是多方面的,不利的地质地貌条件和暴雨多、强度大固然是重要因素,但流域内开矿、修路等人类活动加剧也是重要原因。即使一些减沙效益大的支流,各年的减沙效益也是不一样的,这与降雨多少,特别是降雨强度有关,在降雨多、强度大的年份,减沙效益就不明显,有的年份因各项水利、水保工程有不同程度的破坏,反而增加来沙量。纵观支流水沙变化可以发现,一是洪枯流量变化悬殊,例如皇甫川,历年最大洪峰流量11 600m³/s,发生于1989年,历年最小洪峰流量167m³/s,发生于1987年,均发生于80年代;二是降雨产流产沙机制正发生着变化,例如佳芦河,流域治理程度不是很高,又缺乏控制性工程,可是在降雨减少不多的情况下,80年代产流产沙很少,历年最小径流量发生于1989年,历年最小洪峰流量和最小输沙量发生于1983年,这些水沙变化特点是值得注意的。

二、80年代黄河中游水沙变化的原因

黄河中游水沙变化是气候波动和流域治理共同作用的结果。

气候波动是影响水沙变化的一个重要原因,其中降水量及其变率直接与产流产沙有关。80年代的气候波动具体在黄河中游有两个显著特点:一是年降水量偏少。1950~1989年实测资料统计表明,80年代是黄河中游近40年来降水量最少的10年,平均年降水量464mm,较历年平均值偏少4.7%,比多雨的60年代偏少9.4%。据河龙区间15条支流实测降水量资料统计,80年代年平均降水量426.1mm,较60年代偏少11.3%,较70年代偏少4.2%;二是年内降水变率偏低。80年代中雨、大雨、暴雨的年降雨日次分别小于历年平均值3.4%、4.1%和10.2%,其中河龙区间分别偏小13%、16%和20%。80年代7~8月降水量较历年平均值偏少5.1%,其中河龙区间偏少11.6%。黄河中游地区,年降雨产流之间一般为非线性关系,今按指数关系模拟,依降水量减少10%估算,则80年代平均径流量将减少20%左右。60年代黄河中游地区(河龙区间、泾、洛、渭、汾之和)年平均径流量为191.8亿m³,则80年代因降雨减少而少产流38.4亿m³,可见降雨减少对径流量影响是很大的。从降雨减少对产沙影响来看,黄河中游地区1950~1969年平均降水量为1 456.3亿m³,年输沙量15.8亿t,若泥沙输移比为1,则每产生1t泥沙需要92.2m³降水。80年代较50至60年代降水偏少145.6亿m³,相应产沙量应减少1.6亿t。必须指出的是,在研究气候波动对产沙影响时,不能把注意力只集中在年降水量的变化上,更重要的是要看到降水年内变率或强度对产沙的影响,现按降水强度减小对产沙影响与年降水量减少对产沙影响权重一致估算,那么80年代黄河中游因气候波动而少产沙至少在3亿t以上。

水利水保措施的实施是引起水沙变化的另一个重要原因。建国以来,黄河中游地区进行了大规模水土保持治理,从50至60年代发展林草,开展梯田建设,70年代进行大规模水坠筑坝淤地,到80年代广泛开展小流域治理和重点支流治理,治理面积和治理水平逐年提高。统计至1989年底,初步治理面积已达13.37万km²,占应治理面积的31.1%。伟大的成就必然产生巨大的效益。据对

黄河中游已治理的大中小流域治理度与减沙效益资料整理表明:在治理程度较高的小流域,其治理程度达60%时,减沙效益在50%左右;大中流域的减沙效益,由于影响因素比较复杂,治理度与减沙效益的关系比较散乱,但也大致看出,当治理度达40%时,减沙效益接近30%左右,即使治理度达到100%的小流域,减沙效益也不可能是100%。也就是说,减沙效益小于治理度。目前黄土高原治理度为30%左右,按减沙效益20%求估,并认为黄河中游地区产沙量仍为16亿t,则80年代水利水保措施减沙量约为3亿t左右。实测资料表明:80年代因降雨减少和流域治理共减少8亿t泥沙,扣除水利水保措施减沙量,因降雨减少而影响的减沙量约5亿t左右。因此,可以认为降雨减少对减沙效益的影响比流域治理对泥沙减少影响的作用要大一些。

三、水沙变化带来的某些影响

黄河水沙变化给黄河流域开发治理带来了一系列新问题,其中比较突出的有三个。一是水资源问题。由于降雨减少和人类活动的影响,黄河中游大部分地区出现了土地干化现象,表现在气候干旱、河流干枯、地下水位下降,水资源供需矛盾非常突出。笔者在山西省偏关县调查发现,20年前打井时,井深50m就可见水,去年打井时70m才能见水,20年时间地下水位下降了近20m。地下水位下降,河川径流减少,特别是基流减少更为显著,诱发了水旱灾害,一些地方农作物生长不良,甚至干枯而死。水是改变当地面貌的最基本的因素之一,有了水,人们的精神文明建设才可能有较大的变化,才能精神变物质,才能逐步实现“小康村”,可是目前的水沙变化使人们不禁要问,实现“小康村”水资源够不够,尤其是随着工农业建设对水资源需求的迅速增加,而来水量又日趋减少,水资源供需矛盾非常突出,水资源危机已成为影响工农业生产及人民生活不可忽视的问题;二是防洪问题。黄河中游的水沙变化,给黄河下游水沙过程及河道特性带来重要影响,近十几年来,在中游来水偏枯、洪水很小、来沙量不足8亿t的情况下,下游河道仍发生严重淤积,而且绝大部分泥沙淤积在主槽内,致使河道主槽萎缩,排洪能力降低。但是,当中游发生较大暴雨洪水时,泥沙来量又可能剧增,这就有可能使得下游河道在长期平安无事情况下,突然有一两年淤积极快,水位急剧上升,这种水沙失调带来的“异常洪水”的威胁,可能使黄河下游防洪问题更加紧张。在中游地区,特别是多沙粗沙区,水沙趋于“两极化”,洪枯水量变化悬殊,1989年7月一场洪水,使正在建设的神府东胜煤田直接经济损失1000多万元;三是宏观决策问题。黄河水沙变化,关系治黄全局战略,是正确评价和估算水利水保措施减少入黄水沙量,做好长期水土保持规划和流域治理规划的重要问题。但是,由于这项研究本身很复杂,以及某些客观条件的限制,有些重要结论还难以作为决策的依据。例如,对80年代黄河中游水利水保措施减沙量的估计结果大小可相差3倍,有人估计每年减沙2~3亿t,有人估计7~8亿t,如果减沙2~3亿t,现有的治黄规划可以不加修改,如果减沙7~8亿t,治黄规划就必须加以考虑。正是由于这些原因,黄河水沙变化越来越受到人们的重视,因此应着重研究水沙变化后可能带来的影响,以便及时采取有效地防治对策。

四、水沙变化发展趋势

在黄土高原水土流失的研究中,历来存在两种对立的观点。一些历史地理学家认为,数千年前,黄河中游地区塬面相当广大,不是现在沟壑纵横、支离破碎的景象,各处山上森林相当茂密,林区上下遍于平川原野。目前严重的水土流失是人类破坏植被的结果。一些地学家认为,黄土高原的强烈侵蚀由来已久,不应把黄河看成是生态破坏的象征,黄河自古多泥沙,而“非数千年以内之事”。这些争论,从水沙变化发展趋势的角度来看,就是人们能将土壤侵蚀控制在什么水平上,或者说人类活

动能减少多少泥沙。

研究当今人类活动对水沙变化趋势影响,追溯历史上无人类活动时黄河中游自然产沙量是极有意义的,这不仅有助于加深对不同时代侵蚀量大小的认识,更重要的是可以探讨最终能将土壤侵蚀控制到什么程度。李元芳(1992年)根据史书记载和沉积物特性,在查清西汉古黄河主河口位置、三角洲范围及沉积厚度的基础上,估算了当时黄土高原自然产沙量为6.5亿t。从目前研究来看,先秦至西汉时代黄土高原自然产沙量可达6.5~9.75亿t,在那时,人类活动规模和范围极其有限,简单的人类活动,无论是合理的,还是不合理的,都不至于对流域产沙产生影响,因此可视为历史时期黄河中游土壤侵蚀自然背景值。

既然在无人类活动干扰下黄河中游自然产沙量可达6.5~10亿t,那么人类活动能将土壤侵蚀控制到什么程度,或者说水利水土保持措施究竟会有多大的减沙作用,这是科学家们需要认真研究的问题。已有的研究成果表明:现阶段黄土高原产沙量大约为20亿t,水利水保措施减沙量约为3~7亿t,如果今后几十年内再继续加强治理,水利水保措施减沙量可望稳定在10亿t左右,那时的减沙效益也只能稳定在50%左右,黄河中游自然产沙量仍可维持6.5~10亿t,黄河仍然是一条多沙河流。

从对人类活动频繁的典型支流窟野河水沙变化发展趋势预测来看,窟野河水沙变化将更趋于“两极化”,即丰水年份洪水泥沙有可能剧增,河道也可能发生严重冲刷,将有大量洪水泥沙排入黄河,如遇枯水年份,由于工农业用水增加,使来水量进一步减少,甚至出现水资源危机。黄河水沙变化趋势也可能出现类似情况,在多年维持枯水枯沙的情况下,间或有一二个大水大沙年,或连续出现几个大水大沙年,这是因为目前的降雨偏少不会永远持续下去,还会遇到雨量丰沛时期,这在黄河实测资料中是屡见不鲜的。因此有关部门应予以充分重视,采取切实可行的防治对策和措施,以减少和避免异常洪水可能带来的不利后果。

五、水沙变化需要进一步深入研究的问题

近期有关方面对黄河中游地区水沙过程的气候效应、人类活动效应都作了大量研究工作,收集、统计了大量资料,基本查明了50年代以来的水沙变化情况,对70、80年代水沙减少的原因进行了初步分析,对今后水沙变化趋势也进行了初步预测,成绩斐然。但是,由于降雨过程的多变性,水利水保措施的多样性和地面物质形态结构的复杂性,致使水沙过程复杂多变,加之现有观测资料不全和精度较差以及分析手段落后,因此,结论还有分歧,工作有待继续深化,具体应侧重于下列几方面进行深入研究。

1. 加强基本资料工作。水保措施的保存率和有效率是成因分析法估算达到一定精度的关键要素之一,它既是时间变量,又是空间变量,因此要对各项水利水保措施的数量、质量、分布等开展系统的复查,提高各项措施减水减沙有效面积的统计精度。水保措施减沙模数是成因分析法计算减沙效益的灵魂,应对不同质量、不同地区、不同降雨条件下各项措施的蓄水拦沙指标进行科学地分析与综合,对坝库蓄水拦沙功能的衰变过程进行全面的调查分析,以使不同时期蓄水拦沙量的估算建立在可靠的基础之上。

2. 加强基本规律的研究。对降雨特性指标进行深入研究,改进降雨产流产沙关系,建立从支流到分片到全区的一套比较完整的计算方法体系;加强水土流失规律等基础研究,根据不同类型区的特点,对风沙产沙、基岩产沙、沟谷地与沟间地产沙模数比例,以及水利水保措施减轻沟蚀效应进行

(下转第19页)

表7 水文、水保法减沙综合分析

项目	下 垫 面		坡 面	
	减沙量(10 ⁴ t)	占综合减沙量(%)	减沙量(10 ⁴ t)	占下垫面减沙量(%)
水文法	2 435	92.41	619.18	25.43
水保法	2 204	83.33	498.03	22.6

注:本表数据根据惠养瑜等《延河水沙变化及发展趋势研究》有关资料整理所得

对比拓扑预测法和水文、水保法流域减沙效益(表6、表7)可看出:拓扑法与水文、水保法下垫面减沙效益分别相差:5.95%,3.13%;坡面减沙效益分别相差:4.83%,2.00%。拓扑法与水文、水保法计算结果比较接近,最大相对误差只有5.96%,说明拓扑预测法所得计算结果是可信的。

四、结 论

1. 利用拓扑分析法计算流域减沙效益,经水文、水保法验证,具有较高的可信度,是可行的。但水文、水保法本身具有较强实践性、经验性,只有保证评价标准本身有较高精度,才能得出较为正确的对比结果。本文以陕西省水土保持勘测规划研究所所长、工程师惠养瑜等撰写的《延河水沙变化及其发展趋势预测研究》作为对比标准。

2. 流域治理前后界线划分是个比较困难的问题。不能以大规模治理开始年份为准,因流域治理减沙有“滞后”现象,不一定最初年份就立杆见影;人类自生产活动以来就逐步地、有目的地改造着流域,因此,建国后不存在绝对治理前流域。本文以 $\Sigma W_t \sim t$ 曲线为依据,将流域泥沙明显减少转折点作为流域治理前后的分界点。

3. 本文以作预测的原始序列为流域年输沙值,未考虑降水类型、暴雨中心位置移动、水沙特征值等对流域年输沙的影响。若能找出一个涉及流域各种产沙因子的变量关系式,则效果更佳。这有待继续研究。

参 考 文 献

[1] 刘思峰等. 灰色系统理论及其应用. 郑州市:河南大学出版社,1991年

(上接第11页)

调查研究,尽量采用一些新技术,完善成因分析法中的一些短缺环节,加强大小面积之间转化关系研究,解决单项措施与综合措施之间的群体作用,提高大面积水利水保措施减水减沙效益的计算精度。应当看到,基本规律的研究是当前水沙变化研究中的薄弱环节,如果水沙变化情况和成因若明若暗,水沙变化规律似清非清,是很难取得令人信服的结果。

3. 加强河道冲淤以及开矿、修路等人类活动新增水土流失对水沙变化影响的研究,全面权衡影响水沙变化的正负效应,使分析研究成果更有说服力。

4. 科学分析预测条件,研究预测方法,加强对今后半个世纪黄河水沙变化趋势预测的研究,特别是对最大、最小极值的研究。

当前的问题不仅仅在于取得水沙变化的数量,更重要的是加强基础研究工作,并在某些方面取得突破,在理论与实际结合上说清问题,那么黄河水沙变化研究便可望获得成功。